第 22 卷 第 2 期 昆虫学报 Vol. 22, No. 2
1979 年 5 月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA May, 1979

松干蚧种群变动和生物防治*

郑汉业 明惟俊
（南京林产工业学院昆虫教研组）

松干蚧是松树主要害虫之一，其中以日本松干蚧（*Matsucoccus matsumurae* Kuwana）为害最严重。1973 年南京地区松干蚧猖獗发生。我院校园连片的马尾松（*Pinus massoniana* Lamb.）和千头赤松［*Pinus densiflora* f. *umbraculifera*（Mayr）Beissner］等也暴发了此虫，当时曾作为江苏省松干蚧防治会议的现场。但是，直到 1978 年 3 月，原来这些松干蚧大发生的松树，未发现有因松干蚧为害致死现象；相反，他们长势愈来愈旺，松干蚧数量也降低到稳定水平。整个群落趋于稳定。除我院以外，南京市晓庄林场，溧阳县东方红林场等也有此现象。尤其是后者，松干蚧分布面积千亩以上，部分地区种群密度很大，但是也没有发现松树因松干蚧为害而致死的现象。为了弄清这个现象，我们从 1973 年到 1978 年对此虫的种群变动进行了系统性的观察。除马尾松外，我们还观察了千头赤松上松干蚧种群变动情况。情况与马尾松者相似，在严重感染后两年已恢复到原来的长势，没有发生枯死现象。工作中得到南京中山陵园，晓庄林场，苏州地区吴县林场等的大力协助，谨表感谢。

一、松干蚧种群变动

1973 年 3 月始，选择了校园内林化所新感染松干蚧的马尾松林作试验地。该林面积约 2 亩，1966 年栽，纯林，株行距 1.5 × 1.5 米，树高 4 米，郁闭度 0.9，树冠丰满。选择北面三株标准株作长期观察。从松干蚧分布情况看，特别是依据蚧虫新的脱皮壳估计，这些马尾松感染松干蚧的时间较短。

天敌种类很多：松干蚧花蝽（*Elatophilus nipponensis* Hiura.），大赤螨（*Anystis* sp.），肉食性瘿蚊（*Oligotrophus* sp.），蒙古光瓢虫（*Exochomus mongol* Barousky），隐斑瓢虫（*Ballia obscurosignata* Liu），异色瓢虫（*Leis axyridis* Pallis），黄斑盘瓢虫（*Coelophora saucia* Muls.），小艳瓢虫（*Sticholotis* sp.），蜘蛛类，褐蛉和草蜻蛉幼虫，蚂蚁，松干蚧细菌等。

试验方法：标准株上选取固定的标准样方 2—3 个，位置在各树主干高约 1.6 米处或主枝上，样方 10 平方厘米，定期统计死亡数及其原因。

松干蚧除开刚孵若虫、雄若虫和雌成虫会作短距离爬行外，其他各阶段都固着于树皮上。卵囊和雄成虫会随风飘走，作离去数计算。

关于种群和空间关系研究，除了固定样方外，还定期在林内各发生松干蚧的树上，随机抽取数量较多的样方。

图 1 是在原发生区随机抽取多株标准株和随机抽取多个样方的平均数而得。

---

* 先后参加部分工作的还有张国忠、严敖金、周世锷、田恒德等同志。

天敌作用的观察多在野外，以室内培养皿观察作比较。

(一) 种群数量变动与时间关系

1. 生命表的建立

从三株标准树，分阶段统计标准样方内松干蚧种群数量变动，得下表:

表 1 松干蚧生命表 (虫数/10 平方厘米) 1973.5—1974.5

发育阶段 X	虫数 (个数) lx	死亡因子 dxF	死亡数 dx	死亡率 (%) 100qx	生存率 (%) Sx	生存率对数 logSx	K 值 (死亡率对数)
卵(N_1)	142.10	不孵化	2.42	1.7	0.983	−1.99	0.01
	139.68	松干蚧花蝽取食	31.70	22.6	0.774	−1.89	0.11
	107.98	卵囊随风离去	43.98	41.0	0.590	−1.77	0.23
若虫 (隐蔽期)	64.00	松干蚧花蝽取食	19.70	30.8	0.692	−1.84	0.16
	44.30	树木抗性和气候①	36.20	81.0	0.190	−1.28	0.72
	8.10	大赤螨取食	2.50	30.9	0.691	−1.84	0.16
若虫 (显露期)	5.60	树木抗性②	1.10	19.6	0.804	−1.91	0.09
	4.50	捕食性天敌③	1.60	35.5	0.645	−1.81	0.19
成虫	2.90	蜘蛛，蚂蚁捕食	1.11	38.2	0.618	−1.79	0.21
	1.79	雄成虫离去	1.34	75.0	0.250	−1.40	0.60
	0.45	松干蚧花蝽，大赤螨捕食	0.25	55.5	0.454	−1.66	0.34
	0.2	病死和其他	0.10	50.0	0.500	−1.70	0.30
卵(N_2)	20.26	不孵化	0.46	1.8	0.982	−1.99	0.01
	19.80	松干蚧花蝽，大赤螨扑食	2.42	12.2	0.878	−1.94	0.06
	17.38	卵囊随风离去	7.30	42.0	0.580	−1.76	0.24
若虫 (隐蔽期)	10.08	树木抗性	2.65	26.3	0.737	−1.87	0.13
	7.43	松干蚧花蝽取食	1.12	15.1	0.849	−1.93	0.07
若虫 (显露期)	6.31	瓢虫，褐蛉，花蝽等扑食	2.27	35.9	0.641	−1.81	0.19
	4.04	营养不良	0.61	15.1	0.849	−1.93	0.07
	3.43	部分雄若虫离去	1.23	35.8	0.642	−1.81	0.19
成虫	2.20	蜘蛛，蚂蚁，花蝽扑食	1.42	64.5	0.355	−1.55	0.45
	0.78	雄成虫离去，雌成虫死亡	0.60	77.0	0.230	−1.36	0.64
卵(N_3)	36.47						

①树木抗性指树液流出时，如为凝脂则表示失去抗性。气候是指高温。
②树木抗性指树皮木栓增厚离开，寄生蚧即死亡。
③捕食性天敌包括松干蚧花蝽，大赤螨，隐斑瓢虫，蒙古光瓢虫等。

表中各发育阶段内各死亡因子作用并非绝然分开，只按其致死高峰期分别列出，以便易于计算。

从上表可看出

$$N_1:N_2 = 1:0.143 \quad N_2:N_3 = 1:1.8$$

第一代总死亡率对数值: $G_K = 3.12$，第二代则为 2.03。因此第一代死亡率明显地高于第二代。

2. 生命表的分析

从上表各项K值中，以树木抗性和气候最大，其次为卵囊及雄成虫的离去。这两项虽然在两代中存在差异，但在各年比较却是相对稳定的因子。

在各类天敌因素中，以松干蚧花蝽作用最显著。第一，他在松干蚧各发育阶段中都起一定致死作用；第二，花蝽第1代使松干蚧致死的总K值约为0.60，而第2代约为0.40。这个数值与松干蚧世代总死亡对数值之比为3.12:2.03差不多相符。按照Varley等的定义，可以把松干蚧花蝽定为关键因子（key factor）。第三，松干蚧花蝽作用于松干蚧种群最显著的地方在第1代的卵期和第1龄若虫期(隐蔽期)，这两项合计K＝0.27。在这个阶段起作用，从松干蚧生活史和为害看来，是减少显露期若虫为害的关键。其后的大赤螨和肉食性瘿蚊，也主要在这个时期起作用。

经观察，每个松干蚧花蝽若虫24小时取食松干蚧卵囊中的卵630粒；取食第1龄若虫每天约为300个。在野外实测松干蚧花蝽若虫平均每5秒钟刺一个松干蚧第1龄若虫(最快每秒达3个，最慢12秒1个)。这样推算，每个花蝽若虫每天可刺1,400余个1龄若虫。但是，实际上没有这么多，因为花蝽还有躲在树皮下休息停留的时间。肉食性瘿蚊幼虫每头每天取食松干蚧卵160粒。

3. 松干蚧及其三种天敌种群的变动

1973年3月至1978年3月，在松干蚧的老发生区连续测定得下图：

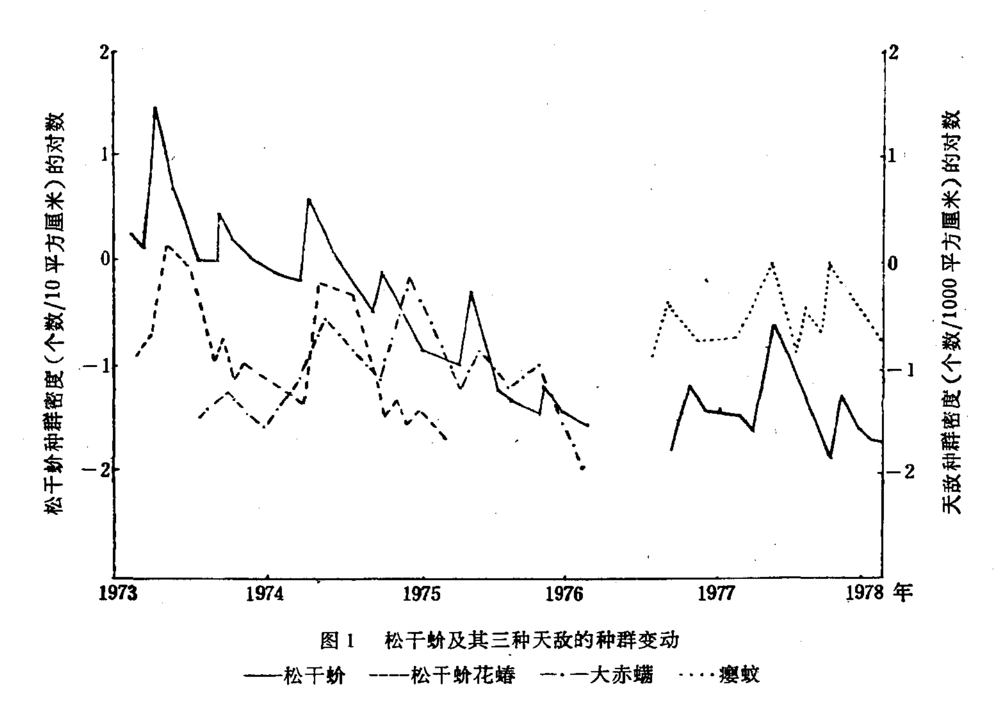


图1　松干蚧及其三种天敌的种群变动

——松干蚧　----松干蚧花蝽　—·—大赤螨　····瘿蚊

从图1看来这三种天敌起作用的顺序应为：松干蚧花蝽、大赤螨、肉食性瘿蚊。

（二）种群数量变动与空间关系

松干蚧最初侵入一个林分，通常是分布在很少数的几株树上。如果是人为传播，则常在路边，房屋附近；如果是风传播，一般在林的边缘(图2)。初感染的树感染部位在1—2

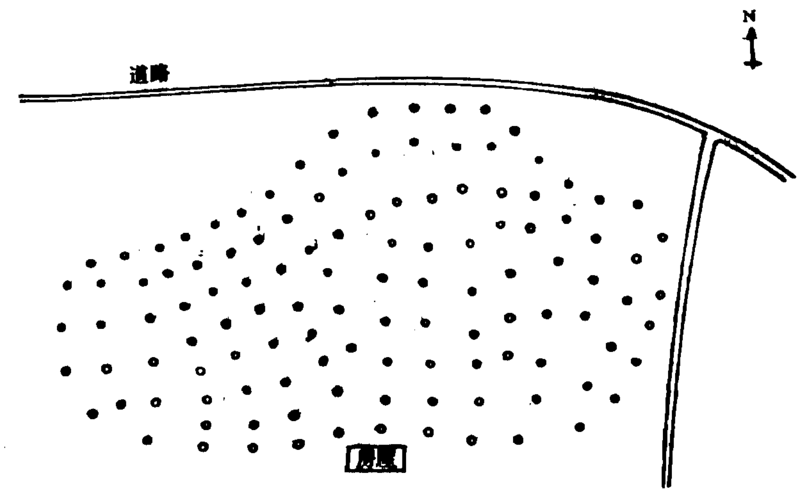


图2 林化所松林松干蚧始发示意图 1973.5
O未发现松干蚧松树 ●已发现松干蚧松树

米。据观察，松干蚧具有这样特性：在被松干蚧寄生的部位，后代不再为害，而感染2米以上的部位。再后一代，松干蚧将侵入树冠直径为1—2厘米的小枝和松针丛中。如果不具备足够数量的有效天敌和树木具备一定的抗性，松树便会遭受严重损害。

如果以我们常用的分级作标准：

第一级——松干蚧寄生密度0.5个/10平方厘米树皮

第二级——松干蚧寄生密度0.5—5个/10平方厘米树皮

第三级——松干蚧寄生密度多于5个/10平方厘米树皮

那么，松干蚧的第三级密度的位置是经常变换的，而且不会回到原来的位置，除非天敌突然全灭和树木完全失去抵抗性。

松干蚧在林分内传布主要靠风，而每代松干蚧借卵囊的迁移率约为40%。由于试验林地较密，松干蚧传播较快。由初感染时的核心分布，经过两代后便成为随机分布(图3)，再经两代后，可蔓延全林。

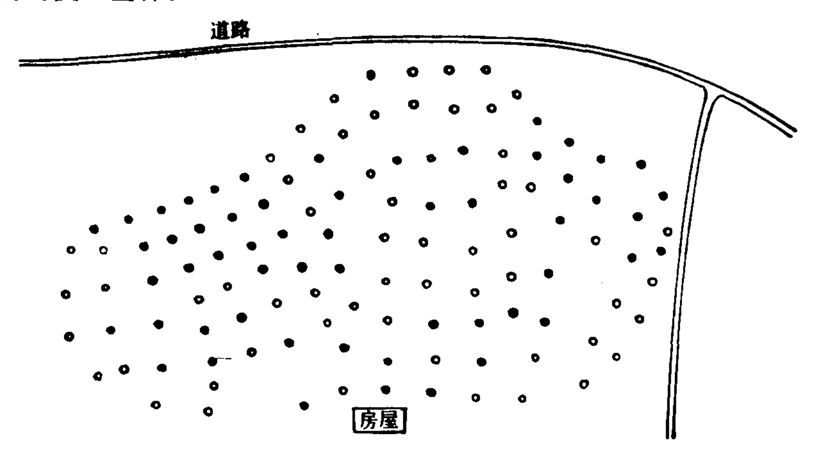


图3 林化所松林松干蚧发生中期分布示意图
O未发现松干蚧松树 ●已发现松干蚧松树

试验区内，在发生过两代或三代松干蚧的部位，由于天敌和树木抗性，松干蚧种群密度由第三级降到第二级。再经过两代，通常由第二级降至第一级。但是如果夏季遇到较低的温度和较高的湿度，种群持续在第二级时间较长，甚至由第一级上升到第二级。到了第一级，松干蚧种群变动较少。在天敌多的林分，一般降至 0.1 个/10 平方厘米以下便相对稳定下来了。

天敌种群空间迁移的速度，一般赶不上松干蚧迁移的速度。除非原来松树上就有这些有效天敌，否则，一般来说，松干蚧花蝽落后一代，大赤螨落后二代，瘿蚊落后五代。松干蚧花蝽的成虫有翅，能作短距离飞翔，繁殖快，取食迅速，因而在标准树上，发生第二代松干蚧成虫后，松干蚧花蝽取食卵和下代第一龄幼蚧便起了决定性的作用。残余虫口，多由大赤螨等收拾。由于松干蚧花蝽传播快，因此他的扩散迁移一般也随着松干蚧的发生而发生。但是后两种则不一定，初期分布不均匀。后来大赤螨逐步扩展；最后，普遍分布的是肉食性瘿蚊。这时松干蚧花蝽和大赤螨虽有分布，但数量已很少了。

二、生 物 防 治

（一）松干蚧细菌（学名待定）

1975 年 3—4 月，我院校园内松干蚧感染细菌大量死亡。外观松干蚧颜色变暗、变黑而死。分离培养后，再经繁殖人工喷布，有一定效果。

1. 试验方法

从野外采回染病松干蚧，放于培养皿内，体表用 0.1% 升汞消毒，再用无菌水冲洗三次，用消毒玻棒将虫体捣碎，然后用牛肉冻培养基稀释培养。放入 24—28℃ 温箱内培育。两天后长出菌落。菌落表面湿润，有光泽，乳黄色，半透明。斜面培养长出同样菌落。置冰箱内保存。使用时取出稀释，进行野外林木喷射试验有一定效果，见表 2。

2. 试验结果(见表 2)。

（二）移放松干蚧花蝽

将南京的松干蚧花蝽移放到未发现松干蚧花蝽的苏州，验证其林间效应。

1977 年 5 月 17 日，在中山陵苗圃赤松上采得松干蚧花蝽 82 头(主要是成虫，还有部分老熟若虫)，室内饲养备用。1977 年 5 月 22 日上午，将花蝽 66 头移放吴县林场约 10 亩的黑松林内。该林树高约 2—3 米，胸径约 5 厘米。树干和树枝上松干蚧卵囊很多，白色成棉絮状。密度大的地方每 10 平方厘米树皮有卵囊 70 个以上。被害严重，树顶多已下垂，松针枯黄。据云该林要砍伐改种。试验时未发现其他天敌。我们在该林共选 4 株，在树干上用红漆作记号，将花蝽用毛笔轻轻放于树干上，避免碰伤。移放时天气晴朗，温度中等。移放后花蝽迅即钻入树皮下躲藏。

1977 年 9 月 6 日上午检查。检查方法是在放花蝽点四周随机选树 10 株，检查树干和针叶上的虫数。10 株树共发现雄茧 4 个，平均三株树最多只有一个雄茧。树已恢复生长，抽梢平均长达 25 厘米，松针转绿而油润，顶部弯头现象已好转。与对照区对比，初步看来有一定的效果。移放花蝽可能是防治松干蚧简便而有效方法之一，值得进一步研究探索。

表2 喷射松干蚧细菌防治松干蚧寄生蚧效果

地点			林化所松林	树木园松林	晓庄林场
喷菌日期			1975 年 3 月 31 日	1975 年 4 月 1 日	1975 年 9 月 9 日
标准株数			7	3	9
检查结果(喷后)	4 天	总虫数	111	135	
		死虫数	88	103	
		活虫数	23	30	
	8 天	总虫数	111	135	
		死虫数	99	123	
		活虫数	12	12	
	20 天	总虫数	111	125	409
		死虫数	96	122	352
		活虫数	13	3	47
处理组平均死亡率%			84.9	89.6	86.7
对照	4 天	总虫数	32	16	
		死虫数	7	3	
		活虫数	25	13	
	8 天	总虫数	30	36	
		死虫数	19	5	
		活虫数	11	31	
	20 天	总虫数	31	31	106
		死虫数	12	4	68
		活虫数	19	27	38
自然死亡率			40.8	14.4	55.5
杀虫效果	4 天		73.3	72.6	
	8 天		70.4	90.9	
	20 天		80.8	97.1	67.0

三、结 论

(一) 松干蚧新发生区大发生的关键时刻：松干蚧大量侵害直径为 1—2 厘米松树枝条时，能起遏制作用的是松干蚧花蝽。

(二) 松干蚧花蝽 5—6 月间大量取食松干蚧的卵和第 1 龄若虫(主要在隐蔽期)，使松干蚧的种群密度大量下降。

(三) 在松干蚧大发生过的松林，松干蚧花蝽作用逐步为大赤螨所代替，松干蚧花蝽的种群密度在下降。但在千头赤松上花蝽密度不如在马尾松上下降的快。

（四）在松干蚧大发生后第 3 年开始，在马尾松上发现肉食性瘿蚊，逐步代替大赤螨而起抑制松干蚧的作用，使松干蚧种群密度维持在一个较低水平而趋于稳定。

（五）松干蚧细菌经人工培养喷射后有一定效果。

参 考 文 献

南京林产工业学院昆虫教研组 1974 松干蚧科研小结。南林科技 1, 8—16。
杨平澜等 1976 中国的松干蚧。昆虫学报 19(2):199--202。
Morris, R. F. 1959 Single factors analysis in population dynamics. Ecology 40, 580—8.
Varley, G. C. and G. R. Gradwell 1970 Recent advances in insect population dynamics. Ann. Rev. Ent. 15, 1—24.
Varley, G. C. 1974 Population dynamics and pest control. In symposium ''Biology in Pest and Disease Control'' pp. 15—27.
Huffaker, C. B. 1974 Some ecological roots of pest control Entomophaga 19(4):371—89.

POPULATION DYNAMICS AND BIOLOGICAL CONTROL OF *MATSUCOCCUS MATSUMURAE* KUWANA (HOMOPTERA: MARGARODIDAE)

Cheng Han-ye Ming Wei-jun
(College of Forest Product Industry, Nanking)

The pine bast scale *Matsucoccus matsumurae* Kuwana is one of the most serious pests of pine trees in our country. It has broken out in Nanking in 1973. Since that time up to 1978, we have studied its population dynamics in a pine forest in our campus. Continuous observations on its population fluctuation were made and its life table has been constructed. An analysis of the data showed that the key factor affecting the population dynamics in a newly infested district was a predaceous bug, *Elatophilus nipponensis* (Hemiptera, Anthocoridae), which mainly feeds on the eggs and first instar nymphs of this coccid.

The predation of this bug for two generations of the coccid would cause the population of the prey to decrease steeply, resulting in a decline to the population of the predaceous bug too. Then another natural enemy, a predaceous mite *Anystis* sp., would take the place of the predaceous bug and become the important controlling agent. After three years the predaceous mite was succeeded by another natural enemy, a predaceous cecidomiid fly, whose larvae fed on the coccid. From that time the population of this coccid remained in a very low level.

The predaceous bug was introduced from Nanking to Soochow in order to control this coccid in May, 1977. It was found that it could control this coccid successfully in the infested forest of Soochow.

Another natural enemy, a pathogenetic bacterium of this coccid, has been isolated and cultured. The spraying of this bacterial preparation directly on the coccids in the field yielded less effective controlling results when compared with those of the predators mentioned above.